

PAT-NO: JP405344078A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05344078 A
TITLE: DIGITAL VARIABLE COMPRESSOR FOR AUDIO SIGNAL
PUBN-DATE: December 24, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
AKIYASU, MASAICHI	
MATSUYAMA, MINORU	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ALPINE ELECTRON INC N/A	

APPL-NO: JP03099744
APPL-DATE: April 5, 1991

INT-CL (IPC): H04B014/04 , H03H017/00

US-CL-CURRENT: 375/242

ABSTRACT:

PURPOSE: To simply change the compression characteristic by revising the compression characteristic through a prescribed arithmetic operation so as to add the compression characteristic to an output audio signal

CONSTITUTION: This compressor is provided with a digital signal processor (DSP) 1 implementing signal processing to add a prescribed compression characteristic to an audio signal and a degree number changeover section 2 revising the degree number of an arithmetic operation equation used for signal processing of the DSP 1 to revise the compression characteristic. Then the arithmetic operation of $X = 1 - (1 - \text{verbar}; X \text{verbar};)^n$ is implemented, where X is an output audio signal to add the compression characteristic to the output audio signal X and n is an integer depending on a noise level and the

compression ratio is increased with the n is increased and $|X|$ is an absolute value of the input signal. Moreover, the degree number changeover section 2 is used to vary the value (n) depending on the noise level to revise the compression characteristic and to output the output audio signal X .

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力オーディオ信号をxとする時、デジタル信号処理により次式、

【数1】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

の演算を行って、出力オーディオ信号Xに圧縮特性を付加すると共に、n値を可変することにより圧縮特性を変更することを特徴とするオーディオ信号のデジタル可変コンプレッサー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はデジタル信号処理技術を利用したオーディオ信号のデジタル可変コンプレッサーに係り、特にCDやDATなどのように大きな信号対雑音比をもつものに適用できるオーディオ信号のデジタル可変コンプレッサーに関する。

【0002】

【従来の技術】カーオーディオ装置においては、エンジン音や風きり音等により、小振幅のオーディオ信号部分で音声が届かなくなる。かかる場合、小振幅のオーディオ信号部分でボリュームを大にするが、引き続き生じる大振幅のオーディオ信号部分で、大きな音が出てしまう。

【0003】このため、従来のコンプレッサー処理には、半導体の2乗特性や入力信号レベルを検出し、その検出信号で増幅器の増幅度を変化させるアナログコンプレッサーと、一段階のみコンプレッションが可能なDSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）技術を用いたデジタルコンプレッサーが考案されている。

【0004】図5の一点鎖線Aはアナログ方式による従来の入出力特性、破線BはDSPによる従来の入出力特性である。アナログ方式では、2乗特性を有する素子を用いてアナログ的に次式

【数2】

$$y = \sqrt{x} \quad \dots \dots (1)$$

ただし、yは出力、xは入力

の演算を行って、入出力特性に圧縮特性を持たせている。しかしながら上記従来のアナログコンプレッサーでは、圧縮量は連続に可変することが可能であるが、音質特性の劣化が激しい問題がある。又、アナログ方式による入出力特性はアナログ素子によりバラツク問題がある。

【0005】このため、DSPを用いてデジタル処理でオーディオ信号に圧縮特性を付加することが行われている。しかし、従来のデジタル方式による入出力特性（図5のB参照）では、出力が入力に比べて減衰して音質が悪くなり、しかも有効ビット長が短くなって量子化ノイズの問題が出てくる。

【0006】そこで、DSPにより（1）式の演算を行って図5の一点鎖線Aの入出力特性を付加しようとする

2

と演算が非常に困難となる。その理由は、(a)ニュートン法による近似では除算が必要で、DSPに適當でなく、(b)また、マクローリン級数による近似では計算回数が多すぎて、DSPの処理が追いつかないからである。

【0007】以上から、本願出願人はDSPに、次式 $X = 1 - (1 - |x|)^2 \dots (2)$

の演算処理を行わせて、入出力特性に圧縮特性を持たせた1段階のコンプレッサーを提案しており（特願平2-165656号）、このコンプレッサーによれば、図5の実線Cに示すように、アナログ方式による圧縮特性Aと同等の特性をオーディオ信号に付加することができ、出力が入力に比べて減衰することなく、そして、除算を含まず、しかも少ない計算回数で圧縮特性を付加することでき、特性劣化は原理的に発生しない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した既提案の1段階のデジタルコンプレッサーでは、オーディオ信号に1つの圧縮特性しか付加することができず、このため騒音等の環境により圧縮特性を変更することができない問題があった。特に、CDやDATなどのように大きな信号対雑音比をもつオーディオ機器に対し、その騒音レベルに基づいて圧縮特性を変更して、騒音レベルに応じた最適のオーディオ信号に圧縮特性を付加することはでき問題があった。以上から本発明の目的は、圧縮特性を変更できるデジタル可変コンプレッサーを提供することである。本発明の別の目的は、圧縮特性を騒音レベルに基づいて簡単に変更できるデジタル可変コンプレッサーを提供することである。本発明の更に別の目的は、除算を含まず、加減算及び積算のみで所望の圧縮特性を実現できるデジタル可変コンプレッサーを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題は本発明において、入力オーディオ信号をxとする時、次式

【数3】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

の演算を行って、出力オーディオ信号Xに圧縮特性を付加するDSPと、n値を可変する次数切換手段により達成される。但し、nは整数で騒音レベルに応じて可変され、nを大きくすれば圧縮比は大きくなる。また、|x|は入力信号の絶対値である。

【0010】

【作用】入力オーディオ信号をxとする時、DSPにより次式

【数4】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

の演算を行って、圧縮特性を付加すると共に、次数切換手段により、騒音レベルに応じてn値を可変することにより圧縮特性を変更して出力オーディオ信号Xを発生する。

【0011】

【実施例】図1は本発明の実施例構成図であり、DSPのブロック内には圧縮特性を付加する場合のシグナルフローが示されている。図2はDSP信号処理の演算ステップを示す図表である。

【0012】図1において、1はオーディオ信号に所定の圧縮特性を付加する信号処理を行うデジタル・シグナル・プロセッサ(DSP)、2はDSPの信号処理において用いられる演算式の次数を変更して、圧縮特性を変更させる次数切換部である。尚、 x は入力オーディオ信号、 X は出力オーディオ信号であり、入力オーディオ信号 x は正規化されており、全ビットオール「1」の数値(最大値)を1としている。次数切換部2において、21は騒音を拾うマイク、22はマイクから入力された信号に基づいて騒音レベルを検出する騒音レベル検出器、23は騒音レベル検出器22より入力された騒音レベルに応じてDSPの信号処理において用いられる演算式の次数 n を切り換える次数切換回路である。

【0013】DSP1において、11は入力オーディオ信号 x の正負を判断する正負判断ステップ、12は $x \geq 0$ の時 $a=1$ とし、 $x < 0$ の時 $a=-1$ とする定数発生ステップ、13は入力オーディオ信号 x の絶対値 $y_1 = |x|$ を演算する絶対値演算ステップ、14は $y_2 = 1 - y_1$ を演算する減算ステップ、15は y_2 のべき乗を演算する乗算ステップ、16は $y_4 = 1 - y_3$ を演算する減算ステップ、17は $X = a \cdot y_4$ を演算する乗算ステップである。

【0014】乗算ステップ15は、次数切換部2から入力される騒音レベルに応じた次数 n ($=2, 3, \dots$)に基づいて、べき乗演算を実行する。例えば、 $n=2$ の時は、 $y_2 * y_2$ を演算し、 $n=3$ の時は、 $y_2 * y_2 * y_2$ を演算し、 $n=4$ の時は、 $y_2 * y_2 * y_2 * y_2$ を演算をし、 n 値に応じてべき乗演算するように構成している。尚、 $*$ は乗算記号である。

【0015】DSPの信号処理により、 $x \geq 0$ の時は次式

【数5】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

で示される出力オーディオ信号 X が得られ、 $x < 0$ の時は次式

【数6】

$$X = -1 + (1 - |x|)^n$$

で示される出力オーディオ信号 X が得られる。

【0016】実際には、DSP1は図2に示すステップに従って圧縮処理を行う。すなわち、入出力オーディオ信号 x が入力されると、まずその正負を判断し、 $x \geq 0$ の場合には $a=1$ とし、 $x < 0$ の場合には $a=-1$ とする(ステップ101)。ついで、次式 $y_1 = |x|$

により入力オーディオ信号 x の絶対値 y_1 を演算し(ステップ102)、以後順次

$$y_2 = 1 - y_1 \quad (\text{ステップ103})$$

$$y_3 = y_2 * y_2, \text{ 但し, } n=2 \quad (\text{ステップ104})$$

$$y_4 = 1 - y_3 \quad (\text{ステップ105})$$

$$X = a \cdot y_4 \quad (\text{ステップ106})$$

を演算する。以上により、 $x \geq 0$ の時は次式

【数7】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

で示されるオーディオ信号 X を出力し、 $x < 0$ の時は次式

【数8】

$$X = -1 + (1 - |x|)^n$$

で示されるオーディオ信号 X を出力する。

【0017】(2)式における X と x の関係は図3の一点鎖線Cに示すようになり、(1)式におけるアナログ方式の X と x の関係Dと類似している。これより、本発明の入出力特性はアナログ方式と類似の入出力特性を得られることが予想される。

【0018】図4は本発明の対数表示による入出力特性を実線Eにより示すもので、従来のアナログ方式及びデジタル方式の入出力特性A、Bと対比させて示してある。これより明らかなように、本発明によれば、騒音レベルに基づいて n 値を可変することにより、アナログ方式の入出力特性Aにより近づけることができ、又、検出された騒音レベルに基づいて次数 n を切り換えることにより、騒音レベルに応じた最適な圧縮比を有する圧縮特性をオーディオ信号に付加できる。

【0019】尚、本願発明の実施例において n は、1以上の正の整数を使用しているが、 n の値を0を越え、1未満の数とすることにより、エクステンダーとして応用範囲を広げることが可能であるが、現在の音響用DSPでは演算速度の関係で、実時間処理をすることはできない。しかし、将来的には実現することができる。

【0020】又、以上では、騒音レベルに応じて次数を決定した場合であるが、操作部に切換スイッチを設けて数段階に切換可能となるように構成してもよい。

【0021】更に、騒音と車速とは相関があるから、車速を検出して次数を決定するように構成することも可能である。

【0022】

【発明の効果】以上本発明によれば、入力用オーディオ信号 x とする時、次式

【数9】

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

の演算を行って、出力オーディオ信号 X に圧縮特性を付加すると共に、 n 値を可変することにより圧縮特性を変更するように構成したから、除算を含まず、しかも加減算及び乗算を行うだけでよく、DSP処理に好適であ

5

る。又、本発明によればアナログ方式による圧縮特性と同等の特性をオーディオ信号に付加することができると共に、騒音レベル等に基づいて n 値を可変することにより圧縮特性を変更するように構成したから、騒音に応じた最適の圧縮比を有する圧縮特性をオーディオ信号に付加でき、CDやDATなどのように大きな信号対雑音比をもつオーディオ機器を使用しても、出力が入力に比べて減衰することがなく、ノイズの問題はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例構成図である。

【図2】信号処理の演算順序を示す図表である。

6

【図3】本発明の入出力特性図である。

【図4】次数を変えた場合の本発明の対数表示による入力特性図である。

【図5】従来の対数表示によるアナログ方式、デジタル方式の入力特性図である。

【符号の説明】

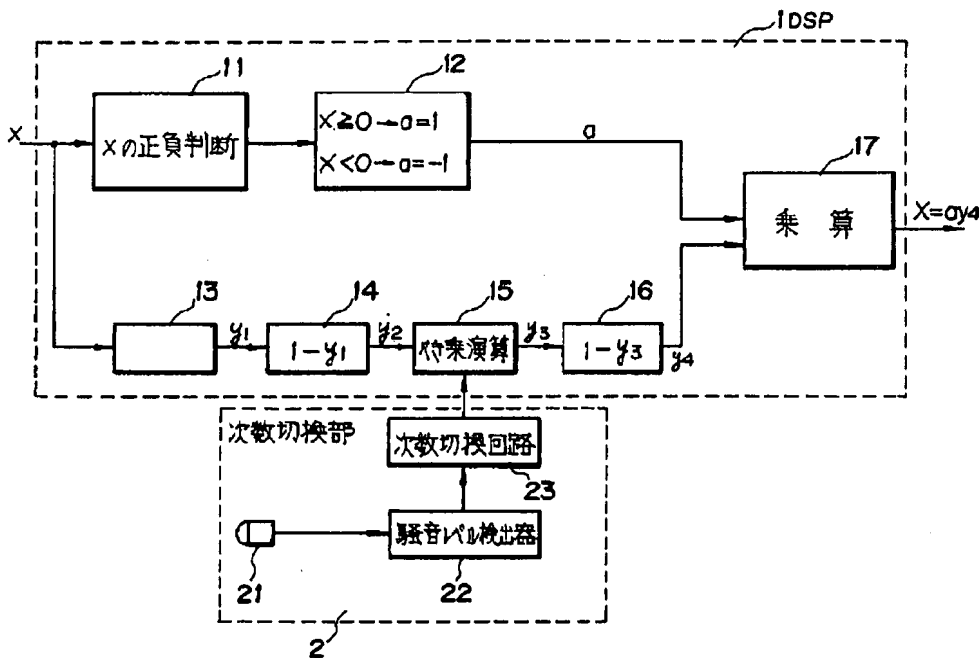
1・・・DSP（デジタルシグナルプロセッサ）

2・・・次数切換部

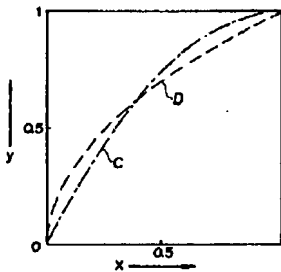
22・・・騒音レベル検出器

10 23・・・次数切換回路

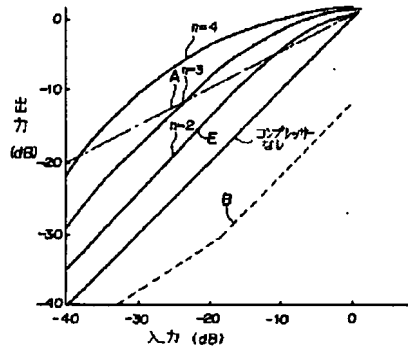
【図1】



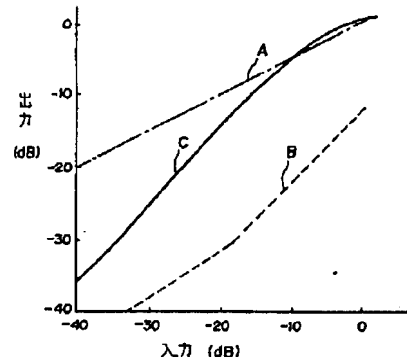
【図3】



【図4】



【図5】



【図2】

ステップ	演算・処理
101	$x \geq 0$ なら $a = 1$ $x < 0$ なら $a = -1$
102	$y_1 = 1 \times 1$
103	$y_2 = 1 - y_1$
104	$y_3 = y_2 * y_2$
105	$y_4 = 1 - y_3$
106	$X = a y_4$

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the digital adjustable compressor of an audio signal applicable to what starts the digital adjustable compressor of the audio signal using a digital-signal-processing technique, especially has the big S/N like CD or DAT.

[0002]

[Description of the Prior Art] Voice stops being able to hear in the audio signal part of small-size width of face with a sound etc. in car audio equipment with an engine sound or a wind. In this case, volume is made into size in the audio signal part of small-size width of face, but a loud sound will come out in the audio signal part of the large amplitude produced succeedingly.

[0003] For this reason, for the conventional compressor processing, the square property and input signal level of a semi-conductor are detected, and analog compressor - to which the amplification degree of amplifier is changed by that detecting signal, and digital compressor - using the DSP (digital signal processor) technique in which compression of a single step is possible are devised.

[0004] The conventional input-output behavioral characteristics according [the alternate long and short dash line A of drawing 5] to an analog form and a broken line B are the conventional input-output behavioral characteristics by DSP. The component which has a square property is used in an analog form, and it is a degree type [several 2] in analog.

$$y = \sqrt{x} \quad \dots \quad (1)$$

However, y outputs, x calculates an input and the compression property is given to input-output behavioral characteristics. However, although the amount of compression can carry out adjustable to continuation at above-mentioned conventional analog compressor -, there is a problem that degradation of a tone-quality property is intense. Moreover, the input-output behavioral characteristics by the analog form have a barrack problem by the analogue device.

[0005] For this reason, adding a compression property to an audio signal by digital processing using DSP is performed. However, in the input-output behavioral characteristics (refer to B of drawing 5) by the conventional digital method, an output declines compared with an input, tone quality worsens, moreover effective-bits length becomes short, and the problem of a quantization noise comes out.

[0006] Then, an operation will become very difficult, if (1) type tends to be calculated by DSP and it is going to add the input-output behavioral characteristics of the alternate long and short dash line A of drawing 5 . The reason is that a division is required and it is not suitable for DSP, and there are too many counts of count and processing of DSP does not fulfill demand by (b) and approximation by the Maclaurin series by approximation by (a) Newton's method.

[0007] As mentioned above, an applicant for this patent is the degree type $X = 1 - (1 - |x|)^2$ to DSP... (2) Made ***** perform, have proposed one step of compressors which gave the compression property to input-output behavioral characteristics (Japanese Patent Application No. No. 165656 [two to]), and according to this compressor without being able to add a property equivalent to the

compression property A by the analog form to an audio signal, and an output declining compared with an input, as shown in the continuous line C of drawing 5 Excluding a division, a compression property is added, moreover, the thing of it can be carried out by the small count of count, and property degradation is not generated theoretically.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in digital [one step of] compressor - proposed [above-mentioned], only one compression property could be added to the audio signal, but there was a problem which cannot change a compression property according to environments, such as noise, for this reason. To the audio equipment which has the big S/N like CD or DAT especially, the compression property could be changed based on the noise level, the compression property could be added to the optimal audio signal according to noise level, it was, and there was a problem. As mentioned above, the object of this invention is offering the digital adjustable compressor which can change a compression property. Another object of this invention is offering the digital adjustable compressor which can change a compression property easily based on noise level. Still more nearly another object of this invention is offering the digital adjustable compressor which can realize a desired compression property only in addition and subtraction and addition excluding a division.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned technical problem is a degree type [several 3], when setting an input audio signal to x in this invention.

$$x = 1 - (1 - |x|)^n$$

***** is performed and it is attained by the degree means for switching which carries out adjustable [of the n value] to DSP which adds a compression property to output audio signal X. However, a compression ratio will become large, if adjustable [of the n] is integrally carried out according to noise level and n is enlarged. Moreover, |x| is the absolute value of an input signal.

[0010]

[Function] When setting an input audio signal to x, it is a degree type [several 4] by DSP.

$$x = 1 - (1 - |x|)^n$$

While performing ***** and adding a compression property, by the degree means for switching, by carrying out adjustable [of the n value] according to noise level, a compression property is changed and output audio signal X is generated.

[0011]

[Example] Drawing 1 is the example block diagram of this invention, and the signal flow in the case of adding a compression property in Brock of DSP is shown. Drawing 2 is the graph showing the operation step of DSP signal processing.

[0012] In drawing 1, the digital signal processor (DSP) which performs signal processing by which 1 adds a predetermined compression property to an audio signal, and 2 are the degree change-over sections which the degree of the operation expression used in signal processing of DSP is changed [sections], and make a compression property change. In addition, x is an input audio signal, X is an output audio signal, it normalizes the input audio signal x and it is setting the numeric value (maximum) of all BITTOO-RU "1" to 1. In the degree change-over section 2, the microphone with which 21 gathers the noise, the noise level detector which detects noise level based on the signal into which 22 was inputted from the microphone, and 23 are degree change-over circuits which switch the degree n of the operation expression used in signal processing of DSP according to the noise level inputted from the noise level detector 22.

[0013] The positive/negative decision step 11 judges the positive/negative of the input audio signal x to be in DSP1, The constant generating step which 12 sets to a= 1 at the time of x>=0, and is set to a=-1 at the time of x< 0, The absolute value operation step to which 13 calculates absolute value y1=|x| of the input audio signal x, The subtraction step to which 14 calculates y2=1-y1, the multiplication step to which 15 calculate the exponentiation of y2, the subtraction step to which 16 calculates y4=1-y3, and 17

are multiplication steps which calculate $X=a-y^4$.

[0014] The multiplication step 15 performs a exponentiation operation based on the degree n according to the noise level inputted from the degree change-over section 2 (2 = three ...). For example, y^2*y^2 are calculated at the time of $n=2$, $y^2*y^2*y^2$ are calculated at the time of $n=3$, and it calculates at the time of $n=4$, and it constitutes $y^2*y^2*y^2*y^2$ so that a exponentiation operation may be carried out according to an n value. In addition, $*$ is an asterisk.

[0015] By signal processing of DSP, it is a degree type [several 5] at the time of $x \geq 0$.

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

When it comes out, output audio signal X shown is obtained and it is $x < 0$, it is a degree type [several 6].

$$X = -1 + (1 - |x|)^n$$

It comes out and output audio signal X shown is obtained.

[0016] Actually, DSP1 performs compression processing according to the step shown in drawing 2. That is, if the I/O audio signal x is inputted, the positive/negative will be judged first, and, in the case of $x \geq 0$, it will be referred to as $a=1$, and, in the case of $x < 0$, will be referred to as $a=-1$ (step 101).

Subsequently, the absolute value y_1 of the input audio signal x is calculated by degree type $y_1=|x|$ (step 102), and it is $y_2=1-y_1$ one by one henceforth. (step 103)

$y_3=y_2*y_2$, however $n=2$ (step 104)

$y_4=1-y_3$ (step 105)

$X=a-y_4$ (step 106)

It calculates. By the above, it is a degree type [several 7] at the time of $x \geq 0$.

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

It comes out, audio signal X shown is outputted, and it is a degree type [several 8] at the time of $x < 0$.

$$X = -1 + (1 - |x|)^n$$

It comes out and audio signal X shown is outputted.

[0017] (2) X in a formula and the relation of x come to be shown in the alternate long and short dash line C of drawing 3, and are similar with X of an analog form and the relation D of x to (1) type. From this, it is expected that the input-output behavioral characteristics of this invention can obtain the input-output behavioral characteristics of an analog form and resemblance.

[0018] Drawing 4 shows the input-output behavioral characteristics by the pair numeral of this invention with a continuous line E, makes them contrast with the input-output behavioral characteristics A and B of the conventional analog form and a digital method, and has shown them. carrying out adjustable [of the n value] based on noise level according to this invention so that more clearly than this -- the input-output behavioral characteristics A of an analog form -- ***** -- things are made and the compression property of having the optimal compression ratio according to noise level can be added to an audio signal by switching Degree n based on the detected noise level.

[0019] In addition, although it is also possible to extend the application range as an expander by exceeding 0 and making the value of n into less than one number, although n is using one or more positive integers in the example of the invention in this application, in the present DSP for sound, it is the relation of operation speed and real-time processing cannot be carried out. However, it is realizable in the future.

[0020] Moreover, although it is the case where a degree is determined according to noise level, above, you may constitute so that a change-over switch may be formed in a control unit and it may become switchable in several steps.

[0021] Furthermore, since the noise and the vehicle speed have correlation, it is also possible to constitute so that the vehicle speed may be detected and a degree may be determined.

[0022]

[Effect of the Invention] When considering as the audio signal x for an input above according to this invention, it is a degree type [several 9].

$$X = 1 - (1 - |x|)^n$$

Since it constituted so that a compression property might be changed by carrying out adjustable [of the n value] while performing ***** and adding the compression property to output audio signal X , it is [that what is necessary is just to perform addition and subtraction and multiplication moreover excluding a division] suitable for DSP processing. Moreover, while being able to add a property equivalent to the compression property by the analog form to an audio signal according to this invention Since it constituted so that a compression property might be changed by carrying out adjustable [of the n value] based on noise level etc. The compression property of having the optimal compression ratio according to the noise can be added to an audio signal, even if it uses the audio equipment which has the big S/N like CD or DAT, an output does not decline compared with an input and there is no problem of a noise.

[Translation done.]